

**EL USO DE PREGUNTAS Y DESCUBRIMIENTO  
EN EL CONTEXTO DE QUÍMICA**

**STRENGTHENING INQUIRY & DISCOVERY  
WITHIN THE CONTEXT OF CHEMISTRY**

Dr. William H. Robertson (\*)

**(\*)** Dr. en educación, la Universidad de Tejas en El Paso, El Paso, Texas, USA  
(robertson@utep.edu)

## Resumen

Una sociedad entre el Colegio de Educación y el Colegio de Ciencia en la Universidad de Tejas en El Paso (UTEP) fue desarrollada para consolidar los métodos pedagógicos dentro del contexto del contenido de química para los líderes estudiantiles. La meta fue para mejorar sus habilidades de ayudar en talleres. Las técnicas pedagógicas incluyeron el método Socrático de cuestionar, los grupos cooperativos, el constructivismo, así como otros métodos de educación que serán explorados y explicados en las conferencias de química. Los líderes estudiantiles recibieron la instrucción enfocada en pedagogía en el otoño del 2005 mientras que continuaban conduciendo demostraciones y exploraciones.

Al final, la creencia personal de los líderes estudiantiles sobre sus capacidades para enseñar y para facilitar el aprendizaje de las exploraciones cambió muy significativamente. Los resultados indicaron que los líderes estudiantiles tuvieron un mayor efecto en el aprendizaje de los participantes. La alta capacidad de los líderes estudiantiles para traducir aumentó la creencia en ellos mismos. Esto expresa una confianza en poder tener un efecto positivo en sus esfuerzos de su enseñanza en el futuro y es un área designada para estudios adicionales.

**Palabras Claves:** métodos pedagógicos, el constructivismo, facilitación, la química, demostraciones

## Abstract

A partnership between the College of Education and the College of Science at the University of Texas at El Paso (UTEP) was developed in order to strengthen the pedagogical methods within the context of chemistry content for student Peer Leaders. The goal was to enhance their overall facilitation skills within a workshop setting. The pedagogical techniques included Socratic questioning, cooperative grouping, constructivism, scaffolding and other instructional methods relevant to the content to be explored and explained from chemistry lectures. The Peer Leaders received focused instruction in pedagogy throughout the fall of 2005 while continuing to lead workshop demonstrations and explorations.

As a result, the student's personal beliefs of their abilities to teach and facilitate learning show that the Peer Leaders participating in the pedagogical workshops believe they now have a greater impact in teaching. Although not as significant, the results from the science teaching outcome expectancy did point out that the peer Leader's also believe they have a greater impact in student learning. The increased capacity for Peer Leaders to translate increased self-efficacy and outcome expectancy beliefs into increased teaching confidence in their future teaching efforts is the desired outcome trend.

**Keywords:** pedagogical methods, constructivism, facilitation, chemistry, demonstrations

## Introducción

La Universidad de Tejas en El Paso está situada en la ciudad de El Paso, una área urbana que tiene cerca de 600,000 personas donde más del 70% son de descendencia mexicana. Al otro lado

de la frontera de los Estados Unidos, se encuentra Ciudad Juárez con una población de 1.2 millones de personas. Estas dos ciudades hermanas de El Paso y Ciudad Juárez representan el área metropolitana más grande de la frontera entre los Estados Unidos y México con 2,000 millas de longitud. Un factor significativo en el crecimiento de la población de El Paso es la migración de residentes de México. Aproximadamente un cuarto de la población de El Paso son inmigrantes los cuales usan el español como lengua de preferencia.

El Colegio de Educación de UTEP ha desarrollado convenios fuertes con los colegios de la universidad, distritos escolares y el colegio de la comunidad de El Paso. Trabajando en colaboración, el Colegio de Educación gradúa a más de 500 profesores cada año. Más del 80% de los 19,000 alumnos de UTEP son mexicano-americanos y son los primeros en sus familias para asistir a la universidad. Ellos representan un grupo prometedor de futuros maestros con la necesidad de tener nuevas oportunidades para poder enseñar en las escuelas. De esta manera podrán participar en programas universitarios que los prepararán para ser maestros y líderes altamente calificados para las próximas generaciones.

## **Metodología**

Como parte de la instrucción de la clase de química básica del primer semestre (CHEM 1305) en UTEP, el plan de estudios fue reorganizado para poder incorporar a los líderes estudiantiles como maestros para que puedan impartir clases de exploración con estudiantes novicios. El cambio del plan de estudios requirió que cada alumno inscrito en las clases también participara en un seminario de dos horas de exploración. Los participantes fueron divididos en grupos más pequeños de 12 personas. Toda la instrucción en estos seminarios de exploración fue coordinada por un líder estudiantil, el cual utilizó estrategias cooperativas para dirigir a los estudiantes en la resolución de problemas y en la comprensión de conceptos.

Las estructuras del nuevo conocimiento ponen en práctica el uso del conocimiento previo y causa una síntesis de interpretaciones relacionadas al contenido (Rutherford y Algren, 1990). El ambiente de la clase debe promover que los estudiantes formulen sus propias preguntas e investiguen sus propias respuestas (Robertson, 2000). Este programa incorpora destrezas de investigación mientras el alumno relaciona lo aprendido a su vida diaria (Bruner, 1962). El objetivo es desarrollar a personas que puedan pensar críticamente e intrínsecamente. Los participantes encuentran las soluciones a los problemas e incluso los puedan aplicar a situaciones nuevas e inesperadas. El trabajo permite que los líderes estudiantiles se enfoquen en involucrar a los alumnos de CHEM 1305 al usar métodos apropiados de investigación dentro de las actividades del taller.

Las experiencias de la clase deben proporcionar oportunidades para este tipo de crecimiento. El líder estudiantil es como un maestro en las exploraciones y cada estudiante nuevo de química encuentra el tema de conceptos científicos en las exploraciones. Estas experiencias acentúan las habilidades de los estudiantes para contestar los problemas y relacionarlos al mundo verdadero. Este tipo de enseñanza demuestra la manera de trabajar de los científicos en el mundo real, pero también proporciona la interacción social significativa entre los estudiantes y el líder (Bentley, 1995). El uso de la estrategia de los grupos cooperativos promueve a que los alumnos tomen responsabilidad de su propio aprendizaje por medio de diálogos estructurados, asignaciones

significativas y la difusión de información. Es importante tener a un buen maestro para mantener al grupo enfocado y trabajando usando el método basado en el cuestionamiento, para así poder responsabilizar al principiante. De esta manera el líder puede mantener el aprendizaje dirigido hacia el estudiante (Dewey, 1902).

Cada año, aproximadamente 650 estudiantes se inscriben en el curso básico de química (CHEM 1305) durante su primer semestre. Esta clase se requiere de todos los estudiantes que deseen estudiar ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas ya que esta clase es requerida para los que quieran continuar en las áreas de ciencia. Históricamente, el curso consistía de tres horas de clase con el profesor por semana con un índice del 55% aprobando. Anteriormente, esta clase se impartía por medio de una conferencia con una sección adicional de laboratorio. Como resultado del porcentaje tan bajo de alumnos aprobados, aproximadamente 160 estudiantes no podían continuar en la carrera de ciencia (Becvar 2005).

Comenzando en el otoño del 2000, un nuevo formato fue adoptado para los 250 estudiantes. Esto consistió en dos clases de conferencias de una hora con un seminario de exploración de dos horas. Los alumnos fueron divididos en grupos de 12 estudiantes por sección. Los líderes estudiantiles condujeron estos seminarios de dos horas. Para poder servir a todos los estudiantes, el formato de las exploraciones requirió aproximadamente veinte secciones de seminarios por semestre académico.

La química es una ciencia experimental donde es altamente importante que el alumno domine el proceso y el concepto. Los seminarios incluyeron investigación inquisitiva que es una parte integral del plan de estudios de química. Estas exploraciones involucraron a los estudiantes en conceptos fundamentales y utilizaron métodos descriptivos y cualitativos que se usan en experimentos tradicionales del laboratorio. Las exploraciones se diseñaron para ayudar a estudiantes en las técnicas de hacer observaciones de procesos químicos y para proporcionar ejemplos del mundo real de la química. Las estrategias para contestar los problemas dependieron del entendimiento conceptual, y la observación de las actividades interactivas las cuales ayudaron a construir una comprensión de los procesos y conceptos químicos (Apple, 1993). Estas exploraciones no son un sustituto para la experiencia del laboratorio; sino que complementan a los ejercicios tradicionales del laboratorio (Becvar 2005).

## **Resultados y discusión**

En el verano del 2005, el Dr. James Becvar del departamento de química y el Dr. William Robertson del departamento de educación de maestros se reunieron regularmente para planear una serie de actividades del entrenamiento. Estos módulos educativos fueron diseñados para ayudar a los líderes a facilitar la instrucción de la clase, las demostraciones y las actividades de exploración. El plan de estudios fue diseñado para consolidar las técnicas pedagógicas de los líderes estudiantiles. De esta manera, ellos podrían facilitar más sobre el contenido, el proceso y el conocimiento a los estudiantes de química.

Por ejemplo, un método importante para facilitar la enseñanza en la clase es el uso de preguntas para evocar interés y discusión. Muchos de los conceptos químicos son difíciles para entender. Incluso, varios métodos tradicionales como una lección o presentaciones no son buenos para

muchos estudiantes. El líder estudiantil empieza la clase con unas palabras. Por ejemplo, en el área de las ecuaciones, un líder puede decir, “¿Cuál es la importancia de las ecuaciones? ¿Por qué las ecuaciones son necesarios en la química?” Estas preguntas son abiertas y no tienen una sola respuesta. El propósito es mostrar a los estudiantes como funciona de ciencia. Que la ciencia es una disciplina de pensamiento y cuestionamiento.

En la clase, el énfasis está en la exploración de conceptos en unos ejercicios donde los estudiantes trabajan en grupos cooperativos. Después ellos discuten las posibles respuestas de las preguntas asignadas del líder estudiantil. Para hacer el concepto mas claro, el líder estudiantil hace demostraciones para la clase. Sin embargo, el método de la demostración misma construye preguntas, en vez de respuestas. Es importante que el líder facilite la enseñanza y no de las respuestas a los estudiantes. Una frase usada en la instrucción de los líderes estudiantiles fue, “Cuestione las respuestas y no las preguntas.” Esta es la idea central del método Socrático, en donde el énfasis para enseñar es en el uso de preguntas. Esta técnica también pone la responsabilidad del aprendizaje en los estudiantes.

De esta manera, hay oportunidades para que los participantes investiguen temas de las exploraciones con maneras distintas a los experimentos tradicionales. En las exploraciones, los líderes usan cosas familiares a los estudiantes para explicar los conceptos de química en la vida diaria. Por ejemplo, una exploración para expresar el concepto de densidad, usa dos latas de un refresco, normal y de dieta. Los estudiantes de la clase observan y pesan las latas para después ponerlas en una olla de agua. Aquí es cuando se observa que una de las latas flota y la otra se hunde.

Después de esta actividad, los estudiantes discuten estos fenómenos e identifican las causas centrales de la exploración. El líder estudiantil facilita las discusiones y permite a los participantes descubrir los conceptos de densidad en el contexto de la exploración. La idea central es que las exploraciones no son explicaciones sino oportunidades para que los participantes puedan hacer conexiones de los conceptos de química en sus vidas diarias. De esta manera, los conceptos son reales, no solamente hechos para memorizar de un libro o de un profesor. Los participantes van desarrollando el conocimiento científico por si mismos lo cual es la parte mas importante del proceso.

En el otoño del 2005, los líderes estudiantiles participaron en una clase de tres días antes de que los cursos comenzaran. Doce líderes estudiantiles asistieron a seis sesiones diferentes de tres horas, con dos sesiones de instrucción por día. Los profesores impartieron tres sesiones adicionales por la mañana en un sábado con los líderes estudiantiles con una duración de tres horas. En estas sesiones, los profesores facilitaron unas demostraciones y exploraciones donde pudieron modelar los hábitos de facilitación como el constructivismo, el método Socrático, y el uso de unos grupos cooperativos.

Después de este entrenamiento, los líderes estudiantiles practicaron las actividades de las exploraciones y los métodos de la enseñanza. Ellos utilizaron técnicas pedagógicas para dirigir el contenido de química para mejorar la comprensión de los estudiantes. Las sesiones pedagógicas de las reuniones se centraron en los usos de investigaciones, de preguntas, de reflexión, y de estrategias dirigidas de la facilitación para poner la responsabilidad del aprendizaje en los

estudiantes. Esto permitió que la facultad apoyara a líderes estudiantiles con la instrucción pedagógica para poder darles las oportunidades para hacer demostraciones y exploraciones.

Los líderes estudiantiles completaron unas evaluaciones antes y después del entrenamiento. Los estudiantes se evaluaron a sí mismos con el instrumento que se llama en inglés Science Teaching Efficacy Belief Instrument – Form B (STEBI-B). El uso de este instrumento es para saber que tan eficientes eran en la ciencia. El STEBI-B midió los dos factores de la eficacia de enseñanza de la ciencia: uno, la eficacia de enseñanza de la ciencia personal de un individuo y dos, la eficacia de la enseñanza a los estudiantes de ciencia. La eficacia de enseñanza de la ciencia personal se puede definir como la creencia sobre sus propias capacidades para facilitar el proceso de aprendizaje dentro del contexto de la ciencia. La enseñanza a los estudiantes se puede definir como la medida de las expectativas por el instructor para los estudiantes con el contenido de química.

Los líderes estudiantiles tuvieron un examen inicial antes de que las sesiones educativas comenzaran. Ellos desarrollaron una línea de fondo de sus aptitudes y expectativas hacia la enseñanza, así como su comprensión y capacidad actual en pedagogía eficaz. Al fin del semestre, los profesores dieron a los líderes estudiantiles una prueba final. Usando una escala de Likert de 5 puntos (5 = alto a 1 = bajo), y después de las instrucciones que anotaban de STEBI-B, las pruebas iniciales y las pruebas finales fueron evaluadas. Las instrucciones previeron un método para asegurarse que la relación de las declaraciones en medio negativamente y positivamente expresadas produjera valores constantes (Enochs y Riggs 1990). Los resultados para la eficacia de enseñanza de la ciencia personal aumentaron de un promedio de 2.54 a un promedio total de 4.25 para los líderes estudiantiles, mientras que la enseñanza a los estudiantes resultó con un aumento de un promedio de 3.10 a un promedio total de 3.73 por grupo.

## **Conclusiones**

De acuerdo con estos resultados preliminares, la creencia personal de los líderes estudiantiles sobre sus capacidades para enseñar y para facilitar el aprendizaje de las exploraciones cambiaron muy significativamente. Ahora ellos sienten que tienen un impacto más significativo en su enseñanza. Además, los resultados indican que los líderes estudiantiles creen tener un mayor efecto en el aprendizaje de los participantes. La alta capacidad de los líderes estudiantiles para traducir aumentó la creencia en ellos mismos. Esto expresa una confianza en poder tener un efecto positivo en sus esfuerzos de su enseñanza en el futuro y es un área designada para estudios adicionales.

## **Bibliografía**

- Apple, M.W., *Official knowledge*, New York: Routledge, USA, 1993, p. 35-43.
- Becvar, James, Two plus two equals more: Modifying the chemistry curriculum at UTEP, *The Workshop project newsletter*, **5**, [4], p. 1-6, 2004.
- Bentley, M.L., Carpe diem, *Science activities*, **32**, [3], p. 23-30, 1995.
- Bruner, J., *The process of education*, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA, 1962, p. 55-59.

Dewey, J., *The child and the curriculum*, Chicago University Press, Chicago, IL, USA, 1902, p. 22-29.

Enochs, L.G. & Riggs, I.M., Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: a preservice elementary scale. *School science and mathematics*, **90**, [8], p. 695-706, 1990.

Robertson, W.H., *The critical thinking curriculum model*, Dissertation from the University of New Mexico, 2000, p. 36-38.

Rutherford, F. James and Algrehn, Andrew, *Science for all Americans*, Oxford University Press, New York, NY, USA, 1990, p. 197-203.

### **Agradecimientos**

Se agradece al Dr. James Becvar y sus alumnos de Química del Colegio de Ciencia de la Universidad de Tejas en El Paso, y al Noni Silva del Colegio de Educación de la Universidad de Tejas en El Paso